

# ESTRUCTURA DE UN ZACATAL DE TOBOSO (*HILARIA MUTICA*: POACEAE) ASOCIADO A SUSTRATO ÍGNEO EN EL NORESTE DE COAHUILA, MÉXICO

Juan A. Encina-Domínguez

Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica  
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro  
Buenavista, Saltillo 25315  
Coahuila, MÉXICO  
jaencinad@gmail.com

Jesús Valdés-Reyna y  
José A. Villarreal-Quintanilla

Departamento de Botánica  
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro  
Buenavista, Saltillo 25315  
Coahuila, MÉXICO

## RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la estructura y diversidad de especies en un zacatal de toboso (*Hilaria mutica* (Buckley) Benth.) en la Planicie Costera del Golfo, se establecieron 20 sitios, en parcelas de 100 m<sup>2</sup>. Se cuantificaron las arbustivas, las herbáceas se midieron en tres parcelas de 2 m<sup>2</sup> por sitio, en ambos estratos se tomó altura y cobertura de las especies. Se calcularon atributos de densidad, cobertura y frecuencia, además del valor de importancia relativo (VIR) por especie. Se calculó la diversidad con el índice de Shannon-Wiener. La flora está integrada por 32 familias, 89 géneros y 109 especies, las familias más importantes son: Asteraceae con 16 especies, Fabaceae (12), Euphorbiaceae (10) y Poaceae (9). Se registraron 17 especies consideradas como malezas ruderales. Se cuantificaron arbustos espinosos e inermes como: *Acacia rigidula* con 625 ind/ha, *Opuntia lindheimeri* 650 ind/ha, y *Aloysia gratissima* 469 ind/ha, su densidad es mayor en áreas disturbadas debido al pastoreo. El estrato herbáceo está dominado por *Hilaria mutica* con dominancia relativa de 64.96% y VIR de 30.65%, la riqueza se incrementa en época de lluvias, donde las anuales más abundantes son: *Ambrosia confertiflora*, *Aphanostephus ramosissimus* y *Ratibida columnifera*. El estrato arbustivo tiene una riqueza de 33 especies, índice de diversidad 2.67 nats. Para el estrato herbáceo se registraron 55 especies y el índice de diversidad es 3.050 nats. El zacatal presenta evidencias de sobrepastoreo y puede ser invadido por malezas ruderales, y a medio plazo ser sustituido por el matorral espinoso que crece en áreas aledañas.

PALABRAS CLAVE: Florística, pastizal, riqueza de especies, vegetación

## ABSTRACT

With the objective to survey and delineate the structure and diversity of species of a toboso grassland (*Hilaria mutica* (Buckley) Benth.) in the Gulf Coastal Plain (Coahuila, México), 20 sampling sites were established in plots of 100 square meters. The survey quantified shrubs, while the forbs within 3 plots of 2 square meters per site, for both strata, height and species coverage were measured. Density, canopy cover, frequency and the value of relative importance (VIR) per species were calculated. The diversity was estimated using the Shannon-Wiener index. The flora includes 32 families, 89 genera, and 109 species; the families with the highest number of species are: Asteraceae (16), Fabaceae (12), Euphorbiaceae (10), and Poaceae (9). There were 19 species recorded as weeds. The density of several shrubs such *Acacia rigidula* 625 ind/ha, *Opuntia lindheimeri* 650 ind/ha, and *Aloysia gratissima* 469 ind/ha is related to the degree of disturbance by cattle grazing. The herbaceous stratum is dominated by *Hilaria mutica* with relative dominance of 64.96% and 30.65% VIR. The richness of the herbaceous flora increases during the rainy season. The most abundant herbs are: *Ambrosia confertiflora*, *Aphanostephus ramosissimus* and *Ratibida columnifera*. The shrub stratum has a richness of 33 species, with a diversity index of 2.67 nats. For the herbaceous stratum there were 55 species recorded and the diversity index is 3.050 nats. The grassland shows evidence of overgrazing and being invaded by ruderal weeds. In the short term it can be replaced by thorn scrub from surrounding areas.

KEY WORDS: Grassland, floristic, species richness, vegetation

Los zacatales son comunidades vegetales con dominancia de especies de la familia Poaceae (gramíneas o zacates) (Rzedowski 1966), se desarrollan en valles donde los suelos son de mediana profundidad, así como en laderas poco inclinadas y mesetas, con amplia distribución en México y Norteamérica (Rzedowski 1975, 2006). En Coahuila se distribuyen en porciones aisladas que varían en tamaño a través del estado y ocupan un área aproximada del 8% de la superficie estatal (Villarreal & Valdés 1992–93). Según el ordenamiento ecológico de Coahuila, los zacatales ocupan 6.18% de la superficie estatal (ICE 2001) e incluye el zacatal natural o climático, así como el gipsófilo (Pinkava 1984) y halófilo (Estrada et al. 2010) determinados por condiciones edáficas. Es frecuente que se presenten asociados con otro tipo de vegetación, pero con mayor frecuencia con el

Matorral Xerófilo, por lo que la composición de especies es variada, sin embargo, domina el estrato herbáceo, con arbustos y árboles que crecen aislados.

Los zacatales dominados por el zacate toboso (*Hilaria mutica*) son frecuentes en los márgenes de lagunas intermitentes y valles de cuencas endorreicas en áreas con suelos arcillosos, limosos y profundos con alto contenido de sales, se ubican en altitudes entre 1,300 a 1,600 m, son propios del oeste de Coahuila (Muller 1947), centro-este del estado de Chihuahua (Shreve 1942; Henrickson & Johnston 1986), en el Valle de Janos, en el noroeste de Chihuahua (Vega-Mares et al. 2014), en el noreste de Durango (Gentry 1957; González et al. 2007) y en el noroeste de Nuevo León (Briones & Villarreal 2001). Como parte de la composición se presentan arbustos bajos y esparcidos de chamizo (*Atriplex canescens*), nopales (*Opuntia* spp.) y mezquite (*Prosopis glandulosa*), entre otras especies. De acuerdo con Rzedowski (2006), los zacatales de toboso no están restringidos a suelos alcalino-salinos, sino que también prosperan en otros que tienen drenaje algo deficiente y textura fina.

En México, estos zacatales se han utilizado para el pastoreo intensivo de ganado bovino, los cuales son de excelente valor forrajero cuando se aprovechan aplicando una administración adecuada de agostaderos, sin embargo, el mal manejo al que han estado sometidos, no permite obtener el mayor rendimiento (Rzedowski 2006). Los zacatales naturales se encuentran dentro de los ecosistemas que han sido más perturbados por la influencia humana (Hannah et al. 1995). Se ha documentado que el sobrepastoreo impide el desarrollo de especies forrajeras, propiciando la invasión de plantas indeseables como anuales de tipo ruderal y arbustos espinosos que son dispersados por el ganado, además, de que el pisoteo excesivo causa compactación del suelo, lo que reduce la cobertura de la vegetación (Hobbs & Huenneke 1992; Rzedowski 2006) y, de acuerdo con Kahmen et al. (2002) altera la composición, diversidad y estructura de la vegetación.

En Chihuahua y el oeste de Coahuila la superficie de los zacatales de *Hilaria mutica* se ha reducido debido a la apertura de áreas agrícolas, ya que algunos zacatales se ubican en terrenos fértiles con baja salinidad y textura arcillosa, por lo que son utilizados para cultivar alfalfa, algodón y maíz, con elevado suministro de agua a través de riegos periódicos (obs. pers.).

En el noreste de Coahuila se presenta un zacatal de *Hilaria mutica* sobre un afloramiento de roca ígnea, el cual incluye una elevada riqueza de herbáceas. En esta comunidad se asocian arbustos espinosos e inermes propios del Matorral Tamaulipeco como *Acacia rigidula*, *Opuntia lindheimeri* y *Prosopis glandulosa* var. *glandulosa*, su abundancia está relacionada con el grado de disturbio debido al sobrepastoreo. Con el presente estudio se pretende evaluar la riqueza y diversidad de especies presentes, además de describir la estructura del estrato herbáceo y arbustivo del zacatal.

#### ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se localiza en el municipio de Sabinas al noreste del estado de Coahuila, con extremos de latitud entre 27°45' y 26°20'N y de longitud entre 101°40' y 100°30'W (Fig. 1). Forma parte de la provincia fisiográfica Grandes Llanuras de Norte América y la subprovincia Llanuras de Coahuila y Nuevo León, conformadas por extensas planicies, lomeríos bajos y escasas montañas con intervalos altitudinales entre 150 y 1,000 m (ICE 2001). La altitud media en el área es de 350 m. Se ubica en la región hidrológica RH-24 "Bravo-Conchos", la corriente permanente más importante es el río Sabinas que se origina en la Sierra Santa Rosa, el cual fluye a la presa Venustiano Carranza (Don Martín). En el área dominan las rocas extrusivas del Pleistoceno formadas por basalto. Los suelos son aluviales, de textura fina y media, de profundidad variable, moderadamente alcalinos, con bajo contenido de materia orgánica, de color café o gris (ICE 2001).

El área se ubica en una planicie donde las altitudes oscilan entre 355 a 415 m, sobresale el cerro de Agua Dulce, su parte más alta tiene de 500 m de altitud, la llanura corresponde a un afloramiento ígneo que ocupa un área aproximada de 29,340 ha, provenientes de roca ígnea extrusiva, tipo basalto, del Cenozoico, de la era Cuaternaria. Los suelos son arcillosos, que se mezclan, con alta proporción de arcillas expandibles, forman grietas anchas y profundas cuando están secos; posee un 40% o más de gravas u otros fragmentos gruesos promediado en una profundidad de entre 50 a 100 cm de la superficie del suelo (FAO 2007). Como unidad dominante, se presenta el suelo vertisol, asociado con calificadores del tipo calcárico-endoléptico. Son suelos de textura fina donde la fase rudica es pedregosa.

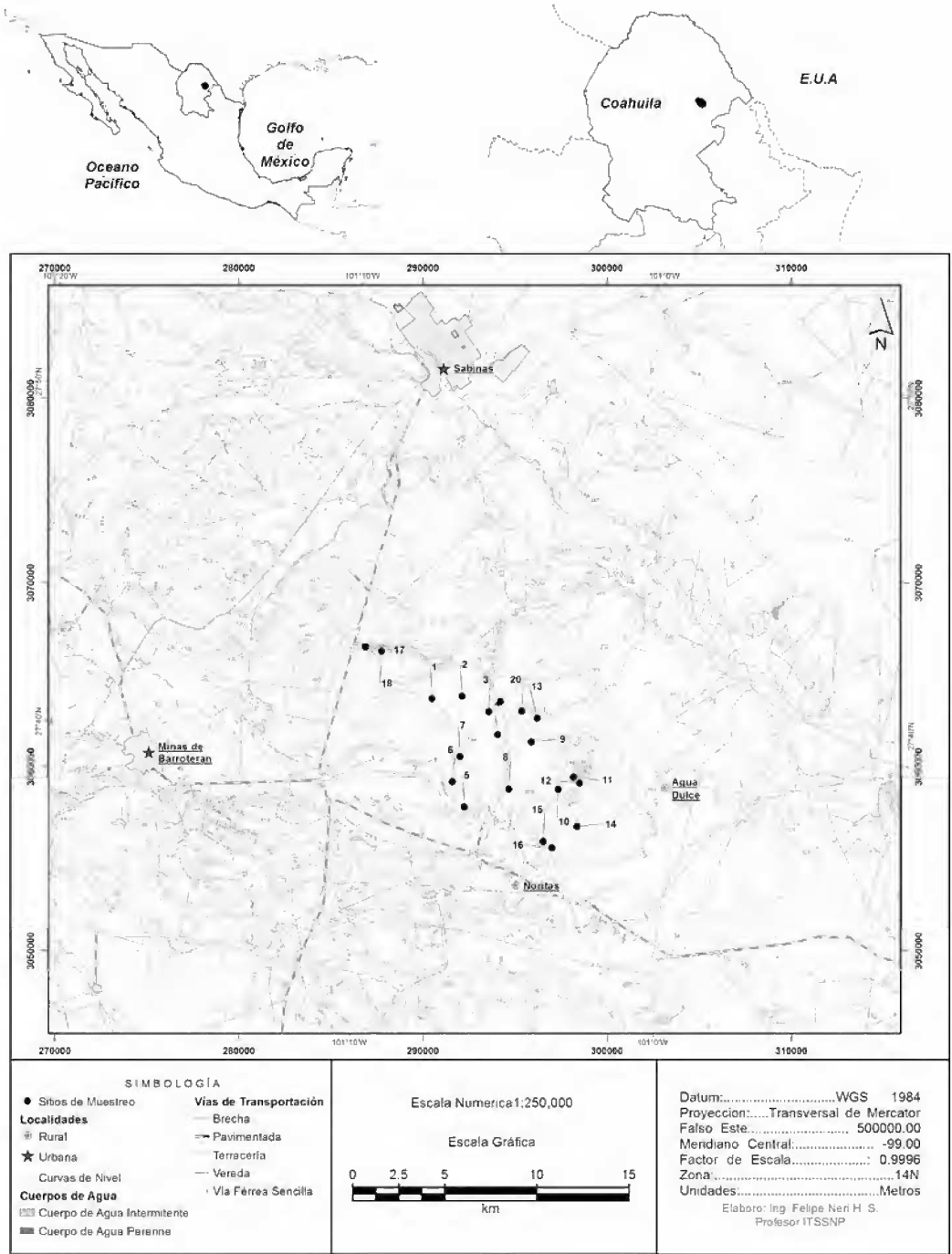


Fig. 1. Localización del área de estudio y ubicación de los sitios de muestreo.

El clima de acuerdo con el sistema de clasificación de Koppen (modificado por García 1973) es seco muy cálido y cálido BSo(h). La precipitación promedio es 454 mm al año y la temperatura media es 22°C, el mes más frío es enero con 3 a 4°C y el más caliente es julio, con una variación de 35 a 37°C, la época lluviosa inicia en mayo y termina en octubre, se presenta sequía intraestival entre junio y julio, la temporada de lluvias coincide con los meses más calientes del año. Los vientos dominantes provienen del noreste, en el invierno se presentan vientos fríos procedentes del hemisferio norte (ICE 2001).

La cubierta vegetal del área según Villarreal & Valdés (1992–93) es de porte arbustivo, la vegetación más abundante es Matorral Tamaulipeco (Muller 1947), el cual se presenta en planicies y lomeríos, entre 240 y 850 m de altitud, ubicados al este de la sierras Santa Rosa, Obayos y Pájaros Azules, donde dominan arbustos espinosos y algunos inermes, las especies más frecuentes son: *Acacia rigidula*, *Celtis pallida*, *Karwinskia humboldtiana*, *Leucophyllum frutescens*, *Opuntia lindheimeri* y *Prosopis glandulosa* var. *glandulosa*, las herbáceas más abundantes son gramíneas de los géneros: *Aristida*, *Buteloua* y *Tridens*. El área estudiada es parte de ranchos cinegéticos, donde se presenta una densidad alta de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus* var. *texanus*) además de que los zacatales son utilizados para realizar el pastoreo intensivo de ganado bovino.

#### METODOLOGÍA

Para la medición de la vegetación se utilizó el método de parcela (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974). Se levantaron 20 sitios de muestreo donde las especies arbustivas se evaluaron en parcelas de 100 m<sup>2</sup>, mientras que las especies del estrato herbáceo se midieron en tres parcelas de 2 m<sup>2</sup> por sitio de muestreo, en ambos estratos se tomó la altura y cobertura de las especies. En cada sitio se registró la altitud y coordenadas geográficas con un geoposicionador. Se realizaron colectas de material botánico durante el verano y otoño, las cuales fueron identificadas y depositadas en el herbario ANSM (Saltillo, Coahuila, México) (Holmgren & Holmgren 1990). Los nombres científicos válidos así como los autores son de acuerdo a la base de datos del Missouri Botanical Garden (<http://www.tropicos.org>). Se calcularon los atributos de la vegetación como la densidad, frecuencia y cobertura de copa para cada especie, los valores relativos de estas variables se sumaron para calcular el valor de importancia relativo (en lo sucesivo VIR) (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974). También se calculó la diversidad con el índice de Shannon-Wiener (H'), donde se utilizó logaritmo natural (Magurran 2004), así como la equitatividad (E) de acuerdo con Pielou (1966) y el índice de riqueza de especies de Margalef (Magurran 2004).

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como parte de la flora se registraron 109 especies, distribuidas en 32 familias y 89 géneros (ver Anexo 1), esta cifra representa el 3.58% de la flora reportada para Coahuila (Villarreal 2001). De acuerdo con Rzedowski (1992) los pastizales y matorrales albergan aproximadamente 6,000 especies (20% de la flora total), el 1.81% de esas especies se presentan en el zacatal de *Hilaria mutica*. Las familias más importantes son: Asteraceae con 16 especies, Fabaceae (12) y Euphorbiaceae (10) (Tabla 1), la misma tendencia se presenta en el pastizal halófilo del noreste de México estudiado por Estrada et al. (2010) y de forma general con los pastizales calcifilos de Guanajuato (Rzedowski & Calderón de Rzedowski 1995). Tales familias son de igual forma, las de mayor riqueza de especies en pastizales halófilos del Valle de Janos, Chihuahua (Vega-Mares et al. 2014) y en un pastizal del suroeste de Querétaro (Gómez-Sánchez et al. 2011). Los géneros con mayor riqueza, con al menos tres taxones, son: *Acacia*, *Croton*, *Euphorbia* y *Verbena*. De la flora observada, las monocotiledóneas representan el 13.34% y las dicotiledóneas el 86.66%. Con relación a las formas de vida, dominan las hierbas, de estas, 55 especies son perennes y 17 son anuales, 30 especies son arbustos y 7 crasicaules. De las 32 familias registradas, 47% (15 familias) están representadas por una especie. La riqueza de Asteraceae puede atribuirse a sus adaptaciones evolutivas como fertilidad alta, eficiencia en dispersión y plasticidad química (Villaseñor 1993). El estrato arbustivo tiene una riqueza de 33 especies, posee un índice de diversidad 2.675 nats, equitatividad 76.53%. Por su parte, el índice de riqueza es de 4.846. Para el caso del estrato herbáceo, se registró una riqueza de 55 especies, posee una diversidad de 3.050 nats, una equitatividad 76.12% y un índice de riqueza de 6.887. En el caso del índice de diversidad obtenido para el estrato arbustivo es medio y para el herbáceo es alto de acuerdo con el criterio de Margalef (1972) que indican que valores superiores a 3.0 nats son considerados altos.

TABLA 1. Familias con más riqueza de géneros y especies en la flora del zacatal de *Hilaria mutica*.

Familias	Número de géneros	Número de especies
Asteraceae	16	13
Fabaceae	12	8
Euphorbiaceae	10	5
Poaceae	9	9
Verbenaceae	8	7
Malvaceae	8	7
Cactaceae	7	6
Brassicaceae	3	3
Solanaceae	3	3
Lamiaceae	3	2

De las 109 especies registradas para el zacatal de *Hilaria mutica*, 105 especies (96%) están reportadas para la flora de las planicies del sur de Texas de acuerdo con Hatch et al. (1990), esto, debido a que comparten condiciones ecológicas, pues ambas áreas se ubican en la provincia florística de la Planicie Costera del Noreste, la cual tiene influencia tropical (Rzedowski 2006). Con respecto a la vegetación del ecotono para el noroeste de Nuevo León reportado por Briones & Villarreal (2001), tiene una elevada similitud ya que comparte 79 especies (71%). Gran parte de las especies de la familia Fabaceae son comunes en el norte del estado de Nuevo León (Estrada et al. 2005). Por otro lado, con los pastizales halófilos del noreste de México estudiados por Estrada et al. (2010), comparte 17 especies (15.6%), la poca similitud es debido a que estos pastizales se localizan en la provincia del Altiplano Mexicano y que incluyen flora de afinidad xérica. La mayor parte de los géneros de la flora presentan afinidad geográfica meridional (Rzedowski 1965), por lo que presentan un vínculo neotropical, algunas especies son exclusivas de la provincia florística Planicie Costera del Noreste como *Acacia rigidula* y *Leucophyllum frutescens*, entre otras. Especies como *Hilaria mutica*, *Jatropha dioica* y *Larrea tridentata* son propias de la Altiplanicie Mexicana y extienden su distribución hasta el noreste de Nuevo León (Briones & Villarreal 2001).

En el área se presentan dos especies bajo estatus de conservación en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT 2010), las cuales son: *Amoreuxia wrightii* en la categoría de “en peligro de extinción” y de acuerdo con Calderón de Rzedowski (1994) la localidad tipo de la especie está en Texas, donde habita desde el suroeste de tal estado y en el norte y noreste de México, con distribución disyunta hasta Yucatán y Sudamérica; en el área es abundante en el estrato herbáceo del zacatal, con densidad de 2,083 ind/ha, su presencia es más evidente en la estación lluviosa. Se localizó también a *Echinocereus posegeri*, especie con distribución en el Matorral Tamaulipeco, en el noreste de México (Guzmán et al. 2003), registrada para la flora de Texas por Hatch et al. (1990), está catalogada como “sujeta a protección especial” en la mencionada norma. Por otra parte se colectaron dos plantas endémicas de la región centro de Coahuila, de acuerdo con Villarreal & Encina (2005) como: *Gaillardia coahuilensis*, común en la época de lluvias y *Mimosa turneri*, con pocos individuos que crecen aislados. Las especies conocidas en el área estudiada a partir de uno o pocos individuos se les puede considerar raras (Rabinowitz et al. 1986), en el zacatal estudiado se encontraron en esta condición a las siguientes: *Apodanthera undulata*, *Euphorbia johnstonii*, *Jatropha cathartica*, *Malvella sagittifolia*, *Mimosa unipinnata* y *Rivina humilis*.

Como parte de la flora se colectaron 17 especies (15.6% de la flora del zacatal estudiado) consideradas por la CONABIO (2014) como malezas de tipo ruderal, las que se han registrado en varios estados de México, la mayoría de las especies ruderales tienen estatus migratorio como nativas de México y solo dos *Malvastrum coromandelianum* y *Solanum elaeagnifolium* son consideradas probablemente nativas. En la Tabla 2 se comparan 13 especies que se presentan en otros pastizales y matorrales de México, de estas, comparte cuatro especies con los pastizales calcifilos citados para Guanajuato por Rzedowski & Calderón de Rzedowski (1995), ocho son parte de la vegetación de la región de Ojuelos, Jalisco reportada por Harker et al. (2008), siete son ruderales con distribución en los pastizales halófilos del noreste de México (Estrada et al. 2010), mientras que con los

TABLA 2. Comparación de las principales especies ruderales del zacatal de *Hilaria mutica* con otros pastizales y matorrales de México.

Especie	Este estudio	Guanajuato. Rzedowski & Calderón de Rzedowski (1995)	Ojuelos, Jalisco. Harker et al. (2008)	Noreste de México. Estrada et al. (2010)	Janos, Chihuahua. Vega-Mares et al. (2014)
<i>Ambrosia confertiflora</i>	X			X	X
<i>Aphanostephus ramosissimus</i>	X	X	X		X
<i>Apodanthera undulata</i>	X				X
<i>Desmanthus virgatus</i>	X			X	
<i>Euphorbia nutans</i>	X		X		
<i>Glandularia bipinnatifida</i>	X	X	X		
<i>Lepidium virginicum</i>	X		X		X
<i>Parthenium hysterophorus</i>	X			X	
<i>Portulaca pilosa</i>	X	X	X		X
<i>Sida abutifolia</i>	X	X	X	X	X
<i>Solanum elaeagnifolium</i>	X		X	X	X
<i>Sphaeralcea angustifolia</i>	X		X	X	X
<i>Sphaeralcea hastulata</i>	X			X	X

pastizales halófilos del Valle de Janos, Chihuahua estudiados por Vega-Mares et al. (2014) comparte nueve especies. Algunas malezas como *Aphanostephus ramosissimus*, *Sida abutifolia*, *Solanum elaeagnifolium* y *Sphaeralcea angustifolia*, están presentes de la mayoría de las localidades, esto debido a que son comunes en el centro-norte de México, mientras que las otras especies tienen menor rango de distribución o bien se tienen menos reportes de su presencia en comunidades naturales.

En áreas con sobrepastoreo, el zacatal incluye un estrato arbustivo aislado que integra un matorral abierto, las especies dominantes son arbustos espinosos que poseen alturas de 0.98 a 1.50 m (Fig. 2), los que tienen mayor densidad y VIR son: *Acacia rigidula* con 625 ind/ha y VIR de 17.53%, *Opuntia lindheimeri* con 650 ind/ha y VIR de 12.84%, además del arbusto inerme: *Aloysia gratissima* con 469 y VIR de 10.17% (Tabla 3), se presenta un estrato subarbustivo con altura de 0.50 a 0.54 m, donde domina *Lippia graveolens* con 613 ind/ha y *Jatropha dioica* con 706 ind/ha. Se registraron colonias aisladas de *Echinocereus stramineus* con densidad de 50 ind/ha, además de *Echinocactus texensis* y *Sclerocactus scheeri*, las que tienen densidad inferior a 10 ind/ha. En áreas con suelos profundos y áreas donde se acumula la humedad se presenta *Prosopis glandulosa* var. *glandulosa*, su altura media es 1.42 m, con densidad de 156 ind/ha y VIR de 4.99%, tales especies leñosas son reportadas por Mata (2010) para asociaciones del matorral xerófilo ubicado en el centro-este de Coahuila, en el matorral espinoso reporta para *A. rigidula* una densidad de 1,675 ind/ha, la cual es más elevada que en el zacatal estudiado. Un zacatal similar es reportado por Briones & Villarreal (2001) para el noroeste de Nuevo León, donde el estrato herbáceo alcanza hasta 50 cm de altura y está representado por *Hilaria mutica*, crecen arbustos esparcidos de 2.0 m de alto de los géneros *Acacia*, *Opuntia* y *Prosopis*, así como *Flourensia cernua* y *Lycium berlandieri*.

En el estrato herbáceo el zacate tobozo (*Hilaria mutica*) tiene alta dominancia relativa con 64.963% y VIR de 30.65%, abundante en los sitios con menor intensidad de pastoreo del ganado bovino, el cual forma "macollos" con alturas de 20 a 30 cm (Tabla 4 y Fig. 2). La riqueza del estrato herbáceo se incrementa en la temporada de lluvias y en áreas con mayor disturbio por el pastoreo, dos aspectos mencionados por Pausas & Austin (2001) como influyentes en la riqueza de especies. De forma codominante se presentan tres especies anuales como: *Ratibida columnifera* (con VIR de 7.42%), *Ambrosia confertiflora* (VIR 6.45%) y *Aphanostephus ramosissimus* (VIR 5.95%), las dos últimas consideradas malezas ruderales, tales especies son dispersadas por el ganado, el que además facilita su establecimiento (Hobbs & Huenneke 1992). Algunas especies perennes que registran mayores valores de densidad y VIR son: *Desmanthus virgatus* (con VIR de 3.67%), *Bouteloua trifida* (VIR 3.47%) y *Phyllanthus polygonoides* (VIR 3.46%). El zacate *Hilaria mutica* se presenta en tres de las cinco asociaciones del matorral xerófilo estudiado por Mata (2010), es el dominante en el estrato herbáceo del matorral de *Prosopis*



FIG. 2. Arriba: zacatal dominado por *Hilaria mutica* con arbustos aislados de *Opuntia lindheimeri*, principal especie en las áreas con sobrepastoreo, Abajo: zacatal de *Hilaria mutica* con presencia de arbustos de *Acacia rigidula* y *Opuntia lindheimeri*, al fondo se observa el cerro de Agua Dulce principal elevación del área de estudio.

TABLA 3. Atributos estructurales de las especies arbustivas del zacatal de *Hilaria mutica*.

Especie	Altura media (cm)	Dom. Rel. (%)	Dens. (ind/ha)	Dens. Rel. (%)	Frec. Rel. (%)	VIR (%)*
<i>Acacia rigidula</i>	150.93	30.727	625	13.550	8.333	17.537
<i>Opuntia lindheimeri</i>	98.34	13.832	650	14.092	10.606	12.843
<i>Aloysia gratissima</i>	115.82	10.505	469	10.163	9.848	10.172
<i>Lippia graveolens</i>	54.21	5.280	613	13.279	7.576	8.712
<i>Jatropha dioica</i>	50.81	2.737	706	15.312	5.303	7.784
<i>Prosopis glandulosa</i>	142.71	5.537	156	3.388	6.061	4.995
<i>Eysenhardtia texana</i>	134.89	6.260	194	4.201	3.788	4.750
<i>Acacia constricta</i>	94.17	3.573	94	2.033	4.545	3.384
<i>Larrea tridentata</i>	100.78	4.200	138	2.981	2.273	3.151
<i>Cylindropuntia leptocaulis</i>	69.11	1.782	106	2.304	5.303	3.130
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	85.81	2.194	94	2.033	4.545	2.924
<i>Viguiera stenoloba</i>	73.14	2.187	150	3.252	1.515	2.318
<i>Guaiacum angustifolium</i>	74.07	0.503	56	1.220	3.788	1.837
<i>Echinocereus stramineus</i>	24.60	0.263	50	1.084	3.788	1.712
<i>Ziziphus obtusifolia</i>	123.75	0.969	25	0.542	3.030	1.514
<i>Leucophyllum frutescens</i>	130.70	1.590	63	1.355	1.515	1.487
<i>Croton incanus</i>	88.16	0.826	119	2.575	0.758	1.386
<i>Mimosa turneri</i>	93.13	2.035	50	1.084	0.758	1.292
<i>Castela erecta</i>	130.00	0.718	19	0.407	2.273	1.132
<i>Yucca treculeana</i>	175.00	0.487	19	0.407	2.273	1.055
<i>Echinocactus texensis</i>	12.00	0.003	6	0.136	0.758	0.299
<i>Sclerocactus scheeri</i>	13.00	0.002	6	0.136	0.758	0.298
<i>Echinocereus poselgeri</i>	34.00	0.001	6	0.136	0.758	0.298
Otras 10 especies		3.791	200	4.336	9.848	5.992
<b>Total</b>		100.00	4,613	100.00	100.00	100.00

\* Dom. Rel. = Dominancia relativa, Dens. = Densidad, Dens. Rel. = Densidad relativa, Frec. Rel. = Frecuencia relativa, VIR (Valor de importancia relativo) = Dom. rel. + Dens. rel. + Frec. rel. / 3.

*glandulosa*-*Castela texana*, el cual tiene una densidad de 26,500 ind/ha, dominancia relativa de 34.64% y VIR de 18.79%, tales valores son inferiores a los registrados en el presente estudio.

La elevada riqueza de especies herbáceas registrada en el zacatal estudiado está influenciada además por el tipo de suelo, el cual se deriva de roca ígnea, los cuales aportan más cantidad de nutrientes (Buckman & Brady 1970; Pausas & Austin 2001) que incrementan el número de especies, en especial de herbáceas. Por otra parte, se ajusta al modelo de disturbio intermedio citado por Hobbs & Huenneke (1992), el cual señala que, a niveles intermedios de disturbio, la riqueza alcanza su mayor valor.

La distribución del matorral espinoso en algunos sitios donde el estrato herbáceo está dominado por zacate toboso (*Hilaria mutica*) al parecer corresponde a una condición intermedia de sucesión ecológica, inducida por el apacentamiento excesivo, ya que arbustivas como *Opuntia lindheimeri*, *Acacia rigidula* y *Prosopis glandulosa* var. *glandulosa* son invasoras comunes en zacatales degradados (Golubov et al. 2001; Sánchez et al. 2007), de igual manera, el carácter invasivo también se reconoce para *Castela erecta* en el sur de Texas (Taylor et al. 1999). Algunas especies de mezquite (*Prosopis* spp.) son consideradas invasoras agresivas de agostaderos (Andrade et al. 2007). En varios estados del norte de México especies como *Prosopis glandulosa* var. *glandulosa*, *Acacia berlandieri*, *A. constricta* y *A. rigidula* son abundantes sobre grandes extensiones, asociados a comunidades de matorral xerófilo. Algunas especies dominan en áreas con disturbio y constituyen un problema en campos de cultivo abandonados, donde su erradicación es difícil, destacando en este grupo *Acacia farnesiana* y *Mimosa aculeaticarpa* (Estrada & Martínez 2003).

La fuerte presión por el pastoreo desordenado de bovinos ha provocado el sobrepastoreo del zacatal estudiado (obs. pers.), lo cual ha propiciado la invasión de arbustos no apetecibles y especies ruderales (Richardson et al. 2000, Gómez-Sánchez et al. 2011) y ha disminuido la capacidad forrajera de la comunidad al ocasionar en algunas áreas la conversión del zacatal por un matorral espinoso debido a la invasión de especies leñosas



TABLA 4. Atributos estructurales de las especies herbáceas del zacatal de *Hilaria mutica*.

Especie	Altura media (cm)	Dom. Rel. (%)	Dens. (ind/ha)	Dens. Rel. (%)	Frec. Rel. (%)	VIR (%)*
<i>Hilaria mutica</i>	25.82	64.963	112,917	21.330	5.677	30.657
<i>Ratibida columnifera</i>	29.08	8.178	46,875	8.855	5.240	7.424
<i>Ambrosia confertiflora</i>	14.76	5.661	42,500	8.028	5.677	6.455
<i>Aphanostephus ramosissimus</i>	15.53	3.874	41,667	7.871	6.114	5.953
<i>Desmanthus virgatus</i>	9.08	1.052	27,292	5.155	4.803	3.670
<i>Bouteloua trifida</i>	6.99	1.271	39,167	7.399	1.747	3.472
<i>Phyllanthus polygonoides</i>	9.84	0.581	19,583	3.699	6.114	3.465
<i>Euphorbia prostrata</i>	4.77	0.967	14,167	2.676	3.930	2.525
<i>Sida abutifolia</i>	8.29	0.787	11,875	2.243	3.930	2.320
<i>Argythamnia humilis</i>	5.78	1.094	13,333	2.519	3.057	2.223
<i>Melampodium cinereum</i>	11.90	1.157	12,083	2.283	2.620	2.020
<i>Gutierrezia sphaerocephala</i>	20.95	0.385	14,375	2.715	2.620	1.907
<i>Thymophylla pentachaeta</i>	9.22	0.507	11,667	2.204	2.620	1.777
<i>Thymophylla micropoides</i>	3.68	0.605	17,917	3.384	1.310	1.766
<i>Anilema karwinskiana</i>	19.88	0.815	4,167	0.787	2.620	1.408
<i>Sphaeralcea hastulata</i>	7.40	0.312	8,125	1.535	2.183	1.344
<i>Parthenium hysterophorus</i>	14.22	0.687	5,208	0.984	2.183	1.285
<i>Urochloa fasciculata</i>	8.58	0.487	8,542	1.614	1.310	1.137
<i>Amoreuxia wrightii</i>	14.69	0.250	2,083	0.394	2.620	1.088
<i>Dalea pogonathera</i>	10.40	0.113	3,542	0.669	2.183	0.988
<i>Gutierrezia texana</i>	25.08	0.415	8,750	1.653	0.873	0.980
<i>Gaillardia coahuilensis</i>	19.75	0.911	3,750	0.708	0.873	0.831
<i>Scutellaria potosina</i>	6.50	0.021	625	0.118	0.873	0.338
Otras 32 especies	-	4.905	59,167	11.177	28.821	14.968
Total	-	100.00	529,375	100.00	100.00	100.00

\* Dom. Rel. = Dominancia relativa, Dens. = Densidad, Dens. Rel. = Densidad relativa, Frec. Rel. = Frecuencia relativa, VIR (Valor de importancia relativo) = Dom. rel. + Dens. rel. + Frec. rel. / 3.

(Halpern et al. 2010; Rice et al. 2012; Amodeo & Zalba 2013). Desde hace casi cuatro décadas, de acuerdo con Rzedowski (1975), en México se reconocía que la presencia humana en pastizales producía una fuerte influencia en su extensión, composición y dinámica, sin embargo, la magnitud de estos cambios es difícil de evaluar. Por lo anterior se prevé, que de continuar el libre pastoreo en el zacatal estudiado, las malezas registradas podrían ser más abundantes e inclusive reemplazar algunas especies nativas, lo anterior de acuerdo con Baruch et al. (1989) quienes mencionan que las ruderales son mejores competidoras y capaces de desplazar a las especies nativas. El zacatal podría ser además reemplazado por arbustos espinosos como *Acacia rigidula* y *Opuntia lindheimeri*, propios de los matorrales adyacentes, estas son especies que el ganado no consume y dominan en sitios sobrepastoreados, de acuerdo con Nai-Bregaglio et al. (2002) son llamadas especies crecientes. Por otra parte, las especies preferidas por el ganado bovino como *Hilaria mutica* que son más nutritivas (Sternberg et al. 2000) pueden disminuir o desaparecer de este zacatal.

#### ANEXO 1

##### Listado florístico del zacatal de *Hilaria mutica* en el centro de Coahuila.

Las colectas corresponden al primer autor, los números de colecta los antecede la inicial E. Después del nombre científico se cita (A) para las especies anuales, el resto son perennes. Para las especies consideradas malezas de tipo ruderal de acuerdo con el criterio de CONABIO (2010) se anota (M).

#### MAGNOLIOPHYTA

##### DICOTYLEDONEAE (MAGNOLIOPSIDA)

**Acanthaceae:** *Ruellia occidentalis* (A. Gray) Tharp. & Barkley, E 1560, 2472, 2501, 2593, 2737; *R. nudiflora* (Engelm. & A. Gray) Urb., E 1639, 1950, 2659.

**Apocynaceae:** *Mandevilla macrosiphon* (Torr.) Pichon, E 1952, 2408, 2430, 2602, 2640.

**Asclepiadaceae:** *Asclepias asperula* (Decne.) Woodson, E 2739.

**Asteraceae:** *Ambrosia confertiflora* DC., (M) E 2490a; *Aphanostephus ramosissimus* DC., (A, M), E 2363, 2403, 2523, 2549, 2975; *Chaetopappa bellioides* (A. Gray) Shinners, E 2481, 2498, 2562;

- Gaillardia coahuilensis* B.L. Turner, (A), E 2422, 2849; *Gutierrezia sphaerocephala* A. Gray, (A), E 2359; *G. texana* (DC.) Torr. & A. Gray, (A), E 1836, 2522, 2915, 2925; *Melampodium cinereum* DC., E 2365, 2417, 2597, 3010; *Palafoxia texana* DC., (A), E 1944, 2738; *Parthenium hysterophorus* L., (A, M), E 2461; *Ratibida columnifera* (Nutt.) Wootton & Standl., E 2374, 2397, 2405, 2424, 2548; *Tetragonotheca texana* A. Gray & Engelm., E 2423, 2528, 2846; *Tetranereis linearifolia* (Hook.) Greene, (A), E 2530; *Thymophylla micropoides* (DC.) Strother, (A), E 1987, 2431, 2460, 2939, 3102; *T. pentachaeta* (DC.) Small var. *belenidium* (DC.) Strother, E 1949, 2744, 2914, 3020; *Viguiera dentata* (Cav.) Spreng., (M) E 1571; *V. stelonoba* S.F. Blake, E 2493, 3116.
- Bixaceae:** *Amoreuxia wrightii* A. Gray, E 1947, 2399, 2583.
- Boraginaceae:** *Heliotropium confertifolium* (Torr.) Torr. ex A. Gray, E 1919, 1985, 2479, 2614, 2649; *H. torreyi* I.M. Johnst., E 2433; *Tiquilia canescens* (DC.) A.T. Richardson, E 1974, 2923, 3072.
- Brassicaceae:** *Lepidium virginicum* L., (A, M), E 2821, 3084; *Physaria fendleri* (A. Gray) O'Kane & Al-Shehbaz, E 2499, 2697, 3087; *Nerisyrenia incana* Rollins, E 2541.
- Cactaceae:** *Cylindropuntia leptocaulis* (DC.) F.M. Knuth, E 2963; *Echinocactus texensis* Hopffer; *Echinocereus poselgeri* Lem.; *E. stramineus* (Engelm.) F. Seitz; *Mammillaria heyderi* Muehlenpf.; *Opuntia lindheimeri* Engelm., E 2959; *Sclerocactus scheeri* (Salm-Dyck) N.P. Taylor.
- Cleomaceae:** *Polanisia uniglandulosa* (Cav.) DC., (A, M), E 1597, 2401, 2535, 2578.
- Celastraceae:** *Schaefferia cuneifolia* A. Gray, E 2610, 2936, 3026, 3110.
- Convolvulaceae:** *Ipomoea costellata* Torr., (A), E 2651.
- Cucurbitaceae:** *Apodanthera undulata* A. Gray, (M); *Ibervillea tenuisecta* (A. Gray) Small, E 1969, 2526, 2604, 2928.
- Euphorbiaceae:** *Argythamnia humilis* (Engelm. & A. Gray) Müll. Arg., E 2426, 2534, 2898; *Croton incanus* Kunth, E 1629, 1924, 2414; *C. monanthogynus* Michx., (A), E 2442; *C. pottsii* (Klotzsch) Müll. Arg., E 2585; *Euphorbia johnstonii* Mayfield, E 2432; *E. nutans* Lag., (A, M), E 2570, 2577; *E. prostrata* Aiton (A), E 2881, 2994; *Jatropha cathartica* Terán & Berland.; *J. dioica* Cerv., E 2946; *Phyllanthus polygonoides* Nutt. ex Spreng., E 2404, 2511, 3019.
- Fabaceae:** *Acacia constricta* Benth., E 2740; *A. greggii* A. Gray, E 2354, 2445, 2542, 3078; *A. rigidula* Benth., E 3098; *Calliandra conferta* Benth., E 1933, 2495, 3101; *Cercidium texanum* A. Gray, E 1961, 2927, 3107; *Dalea aurea* Nutt. ex Pursh, E 2398; *D. pogonathera* A. Gray var. *pogonathera*, E 1977, 2386, 2459, 2482, 2527, 2897, 3006, 3086; *Desmanthus virgatus* (L.) Willd., (M), E 2381, 2586, 2654, 2743; *Eysenhardtia texana* Scheele, E 1962, 2413, 2438;
- Mimosa turneri* Barneby, E 1918; *M. unipinnata* D.B. Parfitt & Pinkava, E 2407; *Prosopis glandulosa* Torr. var. *glandulosa*, E 2794, 2957, 3031.
- Hydrophyllaceae:** *Nama hispida* A. Gray, E 2370, 2835.
- Lamiaceae:** *Salvia ballotiflora* Benth., E 1630, 1929, 3013, *Scutellaria potosina* Brandegees, E 2357, *S. microphylla* Moc. & Sessé ex Benth., E 2371.
- Malvaceae:** *Abutilon wrightii* A. Gray, E 2415; *Herissantia crispa* (L.) Brizicky, (M) E 1644, 1931, 2458, 2480, 2933, 2942; *Hibiscus coulteri* Harv. ex A. Gray, E 1988, 2467, 2573, 2903; *Malvastrum coromandelianum* (L.) Garcke, (M), E 2394; *Malvella sagittifolia* (A. Gray) Fryxell, E 2360; *Sida abutifolia* Mill., (M), E 1937, 2454, 2529, 2734; *Sphaeralcea angustifolia* (Cav.) G. Don, (M), E 2882, 2974, 2993; *S. hastulata* A. Gray, (M), E 2584.
- Oleaceae:** *Forestiera angustifolia* Torr.
- Phytolaccaceae:** *Rivina humilis* L., E 2490.
- Portulacaceae:** *Portulaca pilosa* L., (A, M), E 2636, 2918, 3081
- Rhamnaceae:** *Karwinskia humboldtiana* (Schult.) Zucc., E 1960, 2373, 2543, 2552, 2666, 2937, 3015, 3113; *Ziziphus obtusifolia* (Hook. ex Torr. & A. Gray) A. Gray.
- Rubiaceae:** *Hedyotis nigricans* (Lam.) Fosberg, E 2532.
- Rutaceae:** *Thamnosma texanum* (A. Gray) Torr., E 2469, 2567, 2647, 2943.
- Scrophulariaceae:** *Leucophyllum frutescens* (Berland.) I.M. Johnst., E 1587, 1917, 2491, 2571, 3001.
- Simaroubaceae:** *Castela erecta* Turpin subsp. *texana* (Torr. & A. Gray) Cronquist, E 2652, 2926, 2965, 2989, 3039, 3109.
- Solanaceae:** *Chamaesaracha crenata* Rydb., E 2380, 2694; *Quincula lobata* (Torr.) Raf., E 2379, 2569; *Solanum elaeagnifolium* Cav., (M) E 2657, 2813.
- Talinaceae:** *Talinum aurantiacum* Engelm., E 2366, 2566, 3010, 3029.
- Verbenaceae:** *Aloysia gratissima* (Gillies & Hook.) Tronc., E 1965, 2355, 2589, 2689, 3032; *Citharexylum brachyanthum* (A. Gray ex Hemsl.) A. Gray, E 1963, 1972, 2609, 2615, 2615, 2935; *Glandularia bipinnatifida* (Nutt.) Nutt., (A, M), E 2671, 2831, 3095; *G. delticola* (Small) Umber, (A), E 2489; *Lantana camara* L., E 1627, 1973, 2565, 2804; *L. macropoda* Torr., E 1564, 1626, 1966, 2392, 2608a, 3002; *Lippia graveolens* Kunth, E 1625, 1928, 1964, 2412, 2434, 2440, 2492, 2524, 2594; *Verbena neomexicana* (A. Gray) Briq., E 2356, 2531, 2682.
- Zygophyllaceae:** *Guaicacum angustifolium* Engelm., E 2421, 2538, 2954, 3041; *Larrea tridentata* (Sessé & Moc. ex DC.) Coville, E 2687, 2795, 2944.

#### MONOCOTYLEDONEAE (LILIOPSIDA)

- Asparagaceae:** *Yucca treculeana* Carrière
- Amaryllidaceae:** *Cooperia drummondii* Herb., E 3008.
- Commelinaceae:** *Aneilema karwinskiana* Woodson, E 2579, 2638, 2741; *Commelina erecta* L. var. *angustifolia* (Michx.) Fernald, E 2418.
- Poaceae:** *Aristida purpurea* Nutt. var. *purpurea*, E 1981, 2637; *Bouteloua trifida* Thurber, E 1980, 2435, 2599, 2653; *Digitaria californica* (Benth.) Henrard, E 1978, 3017; *Dinebra panicea* (Retz.) Ohwi subsp. *mucronata* (Michx.) P.M. Peterson & N. Snow, E 2568, 2581; *Hilaria mutica* (Buckley) Benth., E 1946, 1975, 2402, 2439, 2533, 2582; *Panicum hallii* Vasey var. *hallii*, E 1970, 2419, 2682; *Pappophorum bicolor* E. Fourn., E 1955, 2909, 2948; *Tridens texanus* (S. Watson) Nash, E 2400, 2420, 2580; *Urochloa fasciculata* (Sw.) R.D. Webster, (A, M), E 1959, 2395, 2453, 2596, 2990, 3089.

#### AGRADECIMIENTOS

Estamos agradecidos con el herbario ANSM por las facilidades para la consulta e identificación de especies registradas en esta investigación. Se agradece a dos revisores anónimos quienes aportaron valiosos comen-

tarios a la primera versión. Efrén Mata Rocha apoyó en la toma de datos y captura de la información de campo. Agradecemos a Felipe N. Hernández Soto la elaboración de la figura 1.

## REFERENCIAS

- AMODEO, M.R. & S.M. ZALBA. 2013. Wild cherries invading natural grasslands: unraveling colonization history from population structure and spatial patterns. *Pl. Ecol.* 214(11):1299–1307.
- ANDRADE, G.M., G. CALDERÓN DE RZEDOWSKI, S.L. CAMARGO-RICALDE, R. GREYER, H.M. HERNÁNDEZ, A. MARTÍNEZ-BERNAL, L. RICO, J. RZEDOWSKI, & M. SOUSA S. 2007. Flora del Bajío y regiones adyacentes. Familia Leguminosae subfamilia Mimosoideae. Fascículo 150. Instituto de Ecología, A.C. Pátzcuaro, Michoacán, México.
- BARUCH, Z., A.B. HERNÁNDEZ, & M.G. MONTILLA. 1989. Dinámica del crecimiento, fenología y repartición de biomasa de gramíneas nativas e introducidas en una sabana neotropical. *Ecotropicos* 2:1–13.
- BRIONES, O. & J.A. VILLARREAL. 2001. Vegetación y flora de un ecotono entre las provincias del Altiplano y de la Planicie Costera del Noreste de México. *Acta Bot. Mex.* 55:39–67.
- BUCKMAN, H. & N. BRADY. 1970. *Naturaleza y propiedades de los suelos*. Editorial Montaner y Simón S.A. Barcelona, España.
- CALDERÓN DE RZEDOWSKI, G. 1994. Flora del Bajío y regiones adyacentes. Familia Cochlospermaceae. Fascículo 28. Instituto de Ecología, A.C.
- COMISIÓN NACIONAL PARA EL CONOCIMIENTO Y USO DE LA BIODIVERSIDAD (CONABIO). 2014. Malezas de México. <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/paginas/lista-plantas-generos.htm> [accessed Julio 2014].
- ESTRADA, C.E. & A. MARTÍNEZ. 2003. Los géneros de leguminosas del norte de México. *Sida, Bot. Misc.* 25:1–134.
- ESTRADA, C.E., J.A. VILLARREAL, & E. JURADO Y. 2005. Leguminosas del norte del estado de Nuevo León, México. *Acta Bot. Mex.* 73:1–18.
- ESTRADA, C.E., L. SCOTT-MORALES, J.A. VILLARREAL-QUINTANILLA, E. JURADO-YBARRA, M. COTERA-CORREA, C. CANTÚ-AYALA, & J. GARCÍA-PÉREZ. 2010. Clasificación de los pastizales halófilos del noreste de México asociados con perrito de las praderas (*Gynoms mexicanus*): diversidad y endemismo de especies. *Rev. Mex. Biodivers.* 81:401–416.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). 2007. Base referencial mundial del recurso suelo. Primera actualización 2007. Informes sobre recursos mundiales de suelos No. 103. Roma, Italia.
- GARCÍA, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen. Segunda edición. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 246 p.
- GENTRY, H.S. 1957. Los pastizales de Durango, estudio ecológico, fisiográfico y florístico. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, A.C. México, D.F.
- GOLUBOV, J., M.C. MANDUJANO, & L.E. EGUIARTE. 2001. The paradox of mesquites (*Prosopis* spp.): invading species or biodiversity enhancers? *Bol. Soc. Bot. Méx.* 69:23–30.
- GÓMEZ-SÁNCHEZ, M., A.L. SUÁREZ-MARTÍNEZ, & E.I. MARTÍNEZ-MONTES. 2011. Análisis florístico de un pastizal del estado de Querétaro, México. *J. Bot. Res. Inst. Texas* 5(2):707–717.
- GONZÁLEZ E., S., M. GONZÁLEZ E., & M.A. MÁRQUEZ L. 2007. Vegetación y ecorregiones de Durango. Ed. Plaza y Valdez editores. México, D.F.
- GUZMÁN, U., S. ARIAS, & P. DÁVILA. 2003. Catálogo de cactáceas mexicanas. Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F.
- HALPERN, C.B., J.A. ANTOS, J.M. RICE, R.D. HAUGO, & N.L. LANG. 2010. Tree invasion of a montane meadow complex: Temporal trends, spatial patterns, and biotic interactions. *J. Veg. Sci.* 21(4):717–732.
- HANNAH, L., J.I. CARR, & A. LANKERANI. 1995. Human disturbance and natural habitat: A biome level analysis of a global data set. *Biodivers. & Conservation* 4:128–155.
- HARKER, M., L.A. GARCÍA R., & M.E. RIOJAS-LÓPEZ. 2008. Composición florística de cuatro hábitats en el rancho Las Papas de Arriba, municipio de Ojuelos de Jalisco, Jalisco, México. *Acta Bot. Mex.* 85:1–29.
- HATCH, S.L., K.N. GANDHI, & L.E. BROWN. 1990. Checklist of the vascular plants of Texas. MP-1665, Texas Agric. Exp. Station, Texas A&M Univ. College Station, Texas, U.S.A.
- HENRICKSON, J. & M.C. JOHNSTON. 1986. Vegetation and community types of the Chihuahuan Desert. In: Barlow, J.C., Powell, A.M. & B.N. Timmermann, eds. *Second Symposium on Resources of the Chihuahuan Desert Region, United States and México*. Chihuahuan Desert Research Institute. Alpine, Texas, U.S.A. Pp. 20–39.
- HOBBS, R.J. & L.F. HUENNEKE. 1992. Disturbance, diversity and invasion: Implications for conservation. *Conservation Biol.* 6:324–337.
- HOLMGREN, P.C. & N.H. HOLMGREN. 1990. Index herbariorum, edition 8, part 1. The New York Botanical Garden, New York, U.S.A.

- INSTITUTO COAHUILENSE DE ECOLOGÍA (ICE). 2001. Ordenamiento ecológico de Coahuila, México. Gobierno de Coahuila. Saltillo, México.
- KAHMEN, S., P. POSCHLOD, & K.F. SCHREIBER. 2002. Conservation management of calcareous grasslands: changes in plant species composition and response of functional traits during 25 years. *Biol. Conservation* 104:319–328.
- MAGURRAN, A.E. 2004. Measuring biological diversity. Blackwell Science, Oxford, U.K.
- MARGALEF, R. 1972. Homage to Evelyn Hutchinson, or why is there an upper limit to diversity. *Trans. Connect. Acad. Arts Sci.* 44:211–235.
- MATA, R.E. 2010. Estructura, diversidad y aspectos ecológicos del matorral xerófilo en una zona de transición florística del centro-este de Coahuila, México. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.
- MULLER, C.H. 1947. Vegetation and climate in Coahuila. *Madroño* 9:33–57.
- MUELLER-DOMBOIS, D. & H. ELLENBERG. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons, Inc. New York, U.S.A.
- NAI-BREGAGLIO, M., E. PUCHETA, & M. CABIDO. 2002. El efecto del pastoreo sobre la diversidad florística y estructural en pastizales de montaña del centro de Argentina. *Revista Chilena Hist. Nat.* 75:613–623.
- PAUSAS, J.G. & M.P. AUSTIN. 2001. Patterns of plant species richness in relation to different environments: An appraisal. *J. Veg. Sci.* 12:153–166.
- PIELOU, E.C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *J. Theor. Biol.* 13:131–144.
- PINKAVA, D.J. 1984. Vegetation and flora of the Bolsón of Cuatro Ciénegas region, Coahuila, Mexico: IV. Summary, endemism and corrected catalogue. *J. Arizona-Nevada Acad. Sci.* 19:23–47.
- RABINOWITZ, D, S. CAIRNS, & T. DILLON. 1986. Seven forms of rarity and their frequency in the flora of the British Isles. In: M.E. Soule, ed. *Conservation biology: The science of scarcity and diversity*. Sinauer, Sunderland, Massachusetts, U.S.A.
- RICE, J., C. HALPERN, J. ANTOS, & J. JONES. 2012. Spatio-temporal patterns of tree establishment are indicative of biotic interactions during early invasion of a montane meadow. *Pl. Ecol.* 213(4):555–568.
- RICHARDSON, D.M., P. PYŠEK, M. REJMÁNEK, M.G. BARBOUR, F.D. PANNETA, & C.J. WEST. 2000. Naturalization and invasion of alien plants: Concepts and definitions. *Diversity & Distrib.* 6:93–107.
- RZEDOWSKI, J. 1965. Relaciones geográficas y posibles orígenes de la flora de México. *Bol. Soc. Bot. Méx.* 29:121–177.
- RZEDOWSKI, J. 1966. Vegetación del Estado de San Luis Potosí. *Acta Ci. Potosí.* 5:5–291.
- RZEDOWSKI, J. 1975. An ecological and phytogeographical analysis of the grasslands of Mexico. *Taxon* 24:67–80.
- RZEDOWSKI, J. 1992. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. en: G. Halffter (compilador). *La diversidad biológica de Iberoamérica I*. Acta Zoológica Mexicana. Volumen especial. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa.
- RZEDOWSKI, J. 2006. Vegetación de México. 1era. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- RZEDOWSKI, J. & G. Calderón de Rzedowski. 1995. Los pastizales calcifilos del estado de Guanajuato. *Flora del Bajío y Regiones Adyacentes* 9:1–19.
- SÁNCHEZ, Z., L. SERRANO, O. PEÑUELAS, E. PÉREZ, E. SEQUEIROS, & M. GARCÍA. 2007. Composición florística y estructura de la comunidad vegetal del límite del Desierto de Sonora y la Selva Baja Caducifolia. *Revista Latino-Amer. Recurs. Nat.* 3(1):74–83.
- SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, 30 de Diciembre 2010. México, D.F.
- STERNBERG, M., M. GUTMAN, A. PEREVOLOTSKY, E.D. UNGAR, & J. KIGEL. 2000. Vegetation response to grazing management in a Mediterranean herbaceous community: a functional group approach. *J. Appl. Ecol.* 37:224–237.
- SHREVE, F. 1942. Grassland and related vegetation in northern Mexico. *Madroño* 6:190–198.
- TAYLOR, R.B, J. RUTLEDGE, & J.G. HERRERA. 1999. A field guide to common south Texas shrubs. Texas Parks and Wildlife Press, Wildlife Division. Austin, Texas, U.S.A.
- VEGA-MARES, J.H., A.E. ESTRADA-CASTILLON, J.A. VILLARREAL-QUINTANILLA, & G. QUINTANA M. 2014. Flora of the halophytic grasslands in the valle de Janos, Chihuahua, Mexico. *J. Bot. Res. Inst. Texas* 8(1):151–163.
- VILLARREAL, J.A. 2001. Listados florísticos de México. XXIII. Flora de Coahuila. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- VILLARREAL, J.A. & J. VALDÉS R. 1992–93. Vegetación de Coahuila, México. *Rev. Manejo Pastizales* 6(1,2):9–18.
- VILLARREAL, J.A. & J.A. ENCINA. 2005. Plantas vasculares endémicas de Coahuila y algunas áreas adyacentes, México. *Acta Bot. Mex.* 70:1–46.
- VILLASEÑOR, J.L. 1993. La familia Asteraceae en México. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. Vol. Esp.* (44):117–124.